

EUROPEAN PATENT OFFICE

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 08316542
PUBLICATION DATE : 29-11-96

APPLICATION DATE : 19-05-95
APPLICATION NUMBER : 07144200

APPLICANT : NIPPON CEMENT CO LTD;

INVENTOR : MINAMI NOBUYUKI;

INT.CL. : H01L 41/083 B06B 1/06 H01L 41/22 H04R 31/00

TITLE : MANUFACTURE OF LAMINATED PIEZOELECTRIC ACTUATOR

ABSTRACT : PURPOSE: To provide a method of manufacturing a laminated piezoelectric actuator which is enhanced in resistance to fracture caused by repetitive driving.

CONSTITUTION: A laminated piezoelectric actuator is manufactured through such a method that plural green sheets are laminated together, and the laminated sheets are electrically connected together through viaholes, wherein the viaholes are provided to the laminated ceramic in spiral.

COPYRIGHT: (C)1996,JPO

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-316542

(43)公開日 平成8年(1996)11月29日

| (51)Int.Cl. ⁶ | 識別記号 | 序内整理番号 | F I | 技術表示箇所 |
|--------------------------|------|--------|--------------|--------|
| H 01 L 41/083 | | | H 01 L 41/08 | Q |
| B 06 B 1/06 | | | B 06 B 1/06 | Z |
| H 01 L 41/22 | | | H 04 R 31/00 | Z |
| H 04 R 31/00 | | | H 01 L 41/22 | Z |

審査請求 未請求 請求項の数1 FD (全4頁)

(21)出願番号 特願平7-144200

(71)出願人 000004190

日本セメント株式会社

東京都千代田区大手町1丁目6番1号

(22)出願日 平成7年(1995)5月19日

(72)発明者 久保田 雅

千葉県千葉市緑区小食土町1178-103-7
-305

(72)発明者 中西 直己

千葉県東金市田間443-7-103

(72)発明者 南 信之

東京都北区浮間1-3-1-701

(54)【発明の名称】積層型圧電アクチュエーターの製造方法

(57)【要約】

【目的】繰り返し駆動による破壊を改善する積層型圧電アクチュエーターの製造方法を提供すること。

【構成】複数枚のグリーンシートを積層し、その層間の電気的接続をピアホールで接続する積層型圧電アクチュエーターの製造方法において、該ピアホールが、積層セラミックス内で螺旋状に形成されることとした積層型圧電アクチュエーターの製造方法。

【特許請求の範囲】

【請求項1】複数枚のグリーンシートを積層し、その層間の電気的接続をピアホールで接続して焼結する積層型圧電アクチュエーターの製造方法において、該ピアホールが、積層したグリーンシート内で螺旋状に形成されて接続されることを特徴とする積層型圧電アクチュエーターの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、圧電アクチュエーターの製造方法に関するもので、特に積層型圧電アクチュエーターの製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】圧電アクチュエーターには、小型かつ低電圧で駆動することが要求されている。その要求を満たすため複数枚のグリーンシートを積層する積層型の圧電アクチュエーターが開発された。この積層型圧電アクチュエーターの製造方法を説明すると、一つは、図1に示す通り内部電極を側面に引き出し、引き出した内部電極を側面で1層おきにつつなぐ方法と、他の一つは、図2に示す通り内部電極をピアホールにより1層おきに接続する方法とが知られている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、前者の方法で製造した圧電アクチュエーターは、層の全面に電界が印加されるので、繰り返し駆動しても問題はないが、製造方法については、側面に引き出した内部電極の絶縁化に手間がかかり生産性にはあまり良くなかった。

【0004】一方、後者の方法で製造した圧電アクチュエーターは、製造方法は簡単で生産性は高いものの、グリーンシートのピアホール周辺部分に1層おきに電極がない部分、言い換れば電界が印加されない部分が存在するため、電界によって誘起される振動がピアホール周辺部分には1層おきに発生することになる。そのため、ピアホール周辺の振動が発生しない部分に応力が集中し、繰り返し駆動すると圧電アクチュエーターが破壊してしまうという問題があった。

【0005】本発明は、上述した積層型の圧電アクチュエーターの製造方法が有する課題に鑑みなされたものであって、その目的は、生産性の高いピアホールによって電気的に接続する製造方法において、繰り返し駆動による破壊を改善する積層型圧電アクチュエーターの製造方法を提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明者等は、上記目的を達成するため、鋭意研究した結果、ピアホール周辺の応力集中を分散させれば繰り返し駆動による破壊を改善できるとの知見を得、以下に述べる発明を完成した。

【0007】即ち本発明は、複数枚のグリーンシートを積層し、その層間の電気的接続をピアホールで接続して

焼結する積層型圧電アクチュエーターの製造方法において、該ピアホールが、積層したグリーンシート内で螺旋状に形成されて接続されることを特徴とする積層型圧電アクチュエーターの製造方法とすることを要旨とする。

【0008】従来は図2に示す通り、ピアホールが一線上に形成されているので、駆動時に応力がピアホール周辺部分に全て集中して破壊される結果となっていた。これが図3に示す通りピアホールを上から順次螺旋状に形成することにより、駆動時にピアホール周辺部分に集中していた応力が螺旋状に分散するため、繰り返し駆動しても破壊が生じない結果となる。

【0009】このピアホールをランダムに形成すればさらに応力が分散されるが、各層で印刷パターンを全て揃えておく必要があるため生産性が低下し、さらにコストも上昇してしまうため、これを位置に周期性をもたせて螺旋状に形成すれば、印刷パターンを共有することができるので、生産性の低下を防ぐことが可能となり、応力も破壊されない程度に片寄らず均等に分散する。

【0010】上記に述べた製造方法をさらに詳細に述べると、圧電アクチュエーターを作製できる方法であればどんな方法でも構わないが、一例をあげると、先ず原料として圧電アクチュエーター製造用の原料粉末を所定の組成となるように配合してミルで混合する。混合したスラリーをドクターブレード法や押し出し法などの慣用の成形方法で所望の厚さのグリーンシートを作製する。

【0011】作製したグリーンシートに複数枚毎に順次螺旋状となるようにパンチングしてピアホールを形成する。形成したピアホールに印刷によって導体を充填した後、グリーンシートの最上層の上面及び最下層の下面の全面に印刷により電極を形成し、内部の層は図3に示す通り1層おきにピアホールと接続するよう内部電極を形成する。電極を形成したグリーンシートを所要枚数重ね、所定温度で熱圧着して積層した後、その積層体を所定温度で焼結する。焼結した焼結体を所定の大きさに切断し、切断した焼結体に所定の直流電圧を印加して分極処理することにより圧電アクチュエーターが作製される。

【0012】以上の通り、上記のような方法で製造すれば、繰り返し駆動しても破壊しない積層型圧電アクチュエーターが得られる。

【0013】

【実施例】以下、本発明の実施例を比較例と共に挙げ、図面を参照しながら本発明をより詳細に説明する。

【0014】(実施例1～2)

(1) グリーンシートの成形

実施例1では圧電アクチュエーター用に用いられる(株)メガセラ製のD材(商品名)の、また実施例2では(株)メガセラ製のC材(商品名)の粉末にパインダーを添加し混合してスラリーを作製した。そのスラリー50をドクターブレード法によって150μmの厚さのグリ

ーンシートを成形した。

【0015】(2) 圧電アクチュエーターの作製

成形したグリーンシートに正極には、1層と3層とが、3層と5層とが、以下同じで最終的に98層と100層とが接続するように図3に示す位置にパンチング装置によって直径が $150\mu\text{m}$ のビアホールを形成した。また、負極には同じく2層と4層とが、4層と6層とが、以下同じで最終的に99層と101層とが接続するよう图3に示す位置にビアホールを形成し、それらのホールに印刷機でAgの導体ペーストを充填した。

【0016】次に、このグリーンシートの1層の上面全面に及び101層の下面全面にAg-Pdペーストを印刷し、さらに、2層以降では上層とつながらないようにそのビアホールの周辺部を除いてAgペーストを印刷した。これら電極を印刷したグリーンシートを101層重ねた後、熱圧着して積層した。この積層体を焼結し、焼結した焼結体を縦10mm、横10mmの大きさに切断*

*した後、その焼結体に3000V/mmの直流電圧を印加し分極処理して圧電アクチュエーターを作製した。

【0017】(3) 評価

作製した圧電アクチュエーターは、正常な圧電体であるかどうかをみるため圧電特性を測定した。圧電アクチュエータの破壊状態は、150Vの電圧を印加し、繰り返し駆動させて正常に駆動されているかどうかを調べ、駆動に異常が認められたものを破壊されたとした。それらの結果を表1に示す。

10 【0018】(比較例1～2) 比較のために、比較例1では実施例1の、比較例2では実施例2のグリーンシートを用い、図2に示す如くビアホールを一線上に形成した他は実施例と同様にして圧電アクチュエーターを作製し、評価をした。それらの結果も表1に示す。

【0019】

【表1】

| | | 圧電特性 | | | | 破壊状態 |
|-----|---|------|----------|------|------|------|
| 実施例 | 1 | 比誘電率 | 電気機械結合計数 | 弾性定数 | 圧電定数 | |
| | 2 | 4500 | 0.76 | 18.5 | 660 | 破壊無し |
| 比較例 | 1 | 1800 | 0.74 | 17.7 | 420 | 破壊無し |
| | 2 | 4500 | 0.76 | 18.5 | 660 | 破壊 |
| | | 1800 | 0.74 | 17.7 | 420 | 破壊 |

【0020】表1から明らかなように、実施例においては、圧電特性には特に異常はなく、正常に駆動でき、さらに問題なく駆動を続けることができた。

【0021】これに対して比較例は、実施例と同じグリーンシートを用いているので圧電特性には異常はないものの、比較例1では駆動初期で圧電アクチュエーターが破壊されてしまった。また、比較例2も繰り返し駆動で破壊されてしまった。

【0022】

【発明の効果】以上の通り、本発明にかかる方法で製造すれば、内部電極をビアホールで接続する積層型の圧電

40 アクチュエーターであっても、繰り返し駆動しても破壊しないアクチュエーターが得られるようになった。また、印刷パターンも少ないため、生産性の低下、コストの上昇も僅かであった。このことにより、長時間使用できる圧電アクチュエーターを安価で簡単に製造することができるようになった。

【図面の簡単な説明】

【図1】従来法における内部電極を側面に引き出し、側面で接続する圧電アクチュエーターの平面図(a)と断面図(b)である。

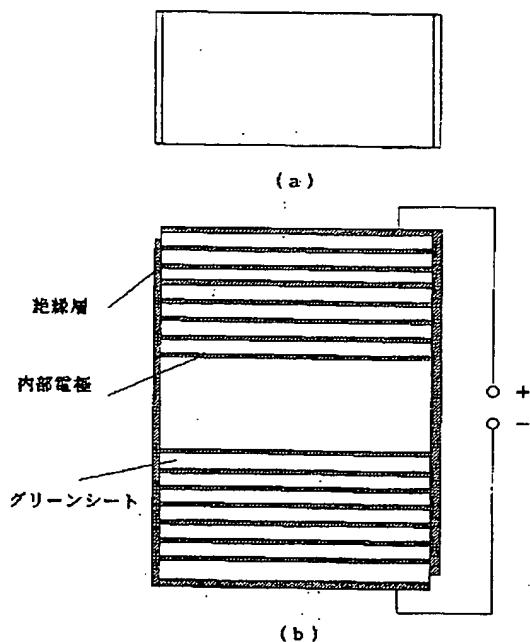
50 【図2】従来法における内部電極を一線上に形成したビ

5

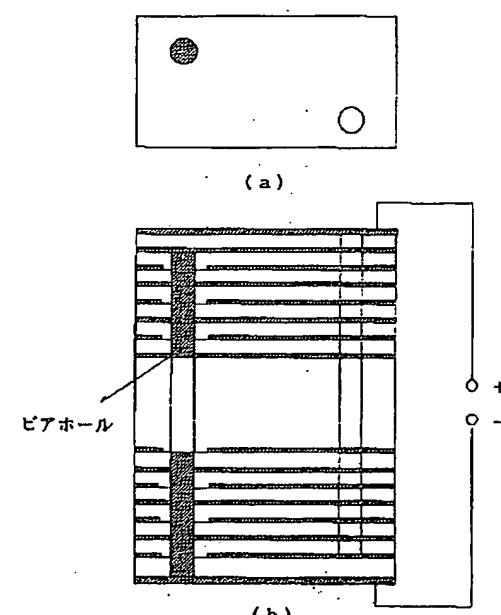
アホールで接続する圧電アクチュエーターの平面図
(a) と断面図 (b) である。

【図3】本発明における内部電極を螺旋状に形成したビ

【図1】



【図2】



【図3】

